

[First Hit](#) [Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L1: Entry 1 of 2

File: JPAB

Apr 15, 1997

PUB-NO: JP409101288A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09101288 A
TITLE: ULTRASONIC PROBE

PUBN-DATE: April 15, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SATO, IZUMI

KITATSUME, MASAHIRO

TAJIMA, MASATOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TOKIMEC INC

APPL-NO: JP07258505

APPL-DATE: October 5, 1995

INT-CL (IPC): G01N 29/04; G01N 29/10; G01N 29/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the flaw detecting accuracy, reproducibility, etc., of an ultrasonic probe by eliminating the fluctuation of the flaw detecting sensitivity of the probe caused by the thickness change of a water film.

SOLUTION: Ultrasonic pulses generated by the vibrator 24 of an ultrasonic probe 20 enter a water film 40 through the recessed and projecting section 23a of a delaying material 23. Part of transmitted waves a1 and a2 are reflected by the surface of a material 41 to be inspected and reflected waves b1 and b2 return to the projecting section A and recessed section B of the recessed and projecting section 23a of the probe 20. The reflection at the route of the recessed section B becomes a 1/2-wavelength in the round trip, because the depth of the groove is 1/4-wavelength, and, since the reflected waves b1 from the projecting section A and those b2 from the recessed section B are inverted in phase by 1/2 wavelength (180°) and offset each other, the same state as that obtained when the pulses are not reflected by the recessed and projecting section 23a on the surface of the probe 20 is obtained and no interference occurs at the wave height level. Therefore, the flaw detecting sensitivity of the probe does not fluctuate even when the thickness of the water film 40 changes with the movement of the material 41 or probe 20.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

[Previous Doc](#) [Next Doc](#) [Go to Doc#](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-101288

(43)公開日 平成9年(1997)4月15日

| (51)Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| G 0 1 N 29/04 | 5 0 1 | | G 0 1 N 29/04 | 5 0 1 |
| 29/10 | 5 0 1 | | 29/10 | 5 0 1 |
| 29/24 | | | 29/24 | |

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-258505

(22)出願日 平成7年(1995)10月5日

(71)出願人 000003388

株式会社トキメック

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号

(72)発明者 佐藤 泉

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内

(72)発明者 北爪 正弘

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内

(72)発明者 田島 正敏

東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式会社トキメック内

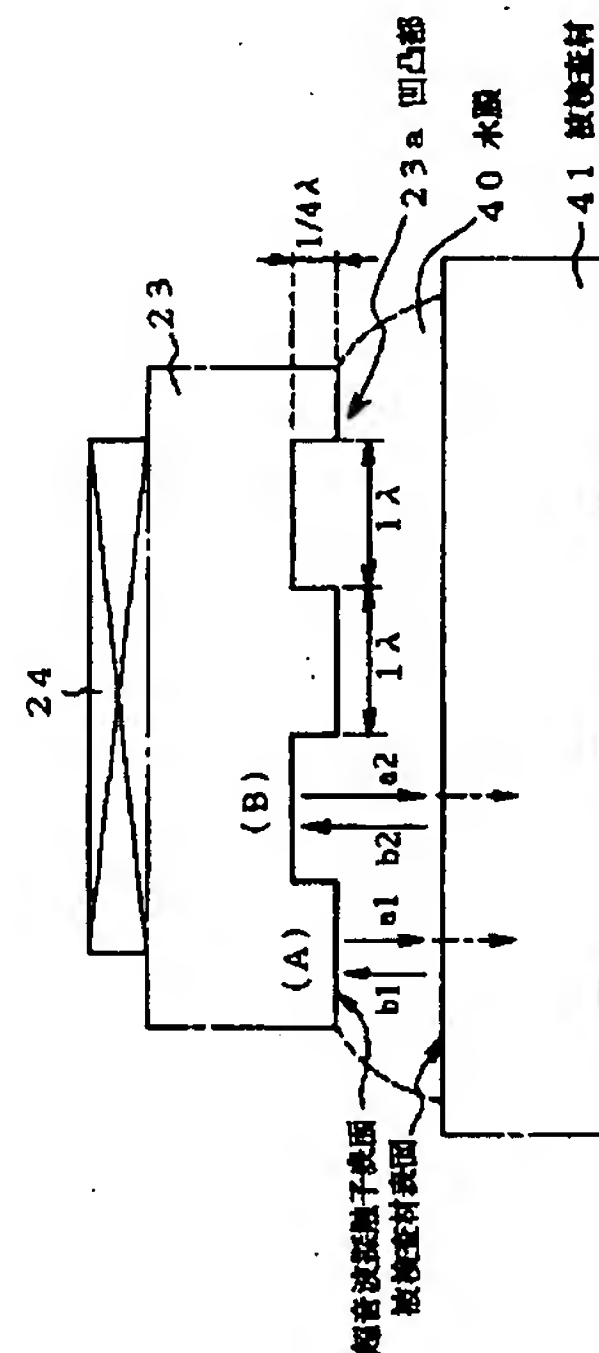
(74)代理人 弁理士 竹内 進 (外1名)

(54)【発明の名称】 超音波探触子

(57)【要約】

【課題】水膜の厚さの変化による探傷感度の変動をなくし、探傷精度及び再現性などの向上を図る。

【解決手段】超音波探触子の振動子24が発生した超音波パルスが遅延材23の凹凸部23aを通じて水膜40に入射する。透過波a1、a2の一部が被検査材41の表面で反射し、反射波b1、b2が超音波探触子20の凹凸部23aの凸部(A)、凹部(B)に戻る。凹部(B)の経路での反射は、溝の深さが1/4波長であり、往復では1/2波長になり、凸部(A)での反射波b1と、凹部(B)での反射波b2は位相が1/2波長(180度)反転し、打ち消し合い、超音波探触子20の表面(凹凸部23a)での反射が無い場合と同じになり、波高レベルの干渉が発生せず、被検査材41又は超音波探触子20の移動に伴う水膜40の厚さが変化した際の探傷感度が変動しなくなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】水膜を介して被検査材と音響結合し、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する超音波探触子に於いて、

超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する表面部材に少なくとも1/4波長の深さの複数の溝を設けたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項2】請求項1記載の超音波探触子に於いて、1/4波長の深さの溝の長手方向を、水膜が流れる方向に形成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項3】請求項1又は2記載の超音波探触子に於いて、

溝に代えて少なくとも1/4波長の深さの円柱状、三角柱状、多角柱状、楕円柱状を含むくぼみを設けたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項4】前記請求項1、2又は3記載の超音波探触子に於いて、

溝の幅、及び、溝と溝の間隔、又は、くぼみの開口幅、及び、くぼみとくぼみの間隔を1波長付近とすることを特徴とする超音波探触子。

【請求項5】前記請求項1、2又は3記載の超音波探触子において、

超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する表面部材におけるくぼみの開口面積と、平坦部の面積を同一に形成することを特徴とする超音波探触子。

【請求項6】水膜を介して被検査材と音響結合し、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する超音波探触子に於いて、

超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する振動子と、

前記振動子と一方側と接合して設けられる遅延材と、この超音波探触子の表面となる前記遅延材の他方側に設けられ、1/4波長の厚さ、かつ、水と前記遅延材の音響インピーダンスの相乗平均となる音響インピーダンスの整合膜と、

を備えることを特徴とする超音波探触子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鉄道レール、厚板鋼材、ビレット鋼材などの被検査材の探傷を行う際に、被検査材と水膜とを介して音響結合を図って超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する超音波探触子に関する。

【0002】

【従来の技術】図8は従来の鉄道などのレール（被検査材）に対する超音波での探傷の計測状態を示す斜視図であり、図9は、その電氣的構成を示すブロック図である。また、図10は超音波探触子と被検査材との接合状態を説明するための図である。図8、図9及び図10において、この例では、探傷対象のレール（被検査材）1

に、超音波探傷装置2と接続されるケーブル3の先端に設けられた超音波探触子4を移動させてレール1の探傷を行っている。この場合、図9及び図10に示すように探触子ホルダ4aに固定された超音波探触子4とレール1との間の水膜5を介して探傷を行っている。この超音波探触子4のレール1と対向する表面部材（遅延材）は平滑な構造となっている。この表面部材及び水膜5を介して被検査材のレール1と音響結合が図られている。

【0003】図9に示す超音波探傷装置2では、超音波探触子4又はレール1を水膜5を介して移動させている。この際、送信部7が一定周期で出力する送信信号が超音波探触子4に入力され、内部の図示しない振動子からの超音波パルスが水膜5を介してレール1に入射される。この超音波パルスがレール1の傷で反射し、この反射波が超音波探触子4の振動子で受信される。

【0004】この受信波信号が受信部8に入力され、ここで増幅などを行い、信号処理部9のゲート回路を通じて受信波信号を抽出する。さらに、信号処理部9でデジタル信号化処理を行い、受信波を判定レベルと比較してレール1における傷を検出し、この傷データと図示しない走行距離センサからの移動量に基づいたレール1の位置などをブラウン管（CRT）などの表示部10で画面表示している。

【0005】また、信号処理部9が出力する傷波形やレール1の位置などの探傷情報を記録装置11のメモリなどに記憶して保存し、さらに、必要に応じて記録紙に印字して出力している。このような探傷では、この探傷を行う際の被検査材のレール1又は超音波探触子4の移動に伴って、水膜5の厚さが変化して、その探傷感度が変動し、所望の一定値を維持できないという問題点がある。

【0006】図11は送信超音波パルスの透過と多重反射による探傷感度の変動を説明するための図であり、図12は透過波及び多重反射波の位相状態から探傷感度の変動を説明するための図である。また、図13は水膜厚さの変化に対する探傷感度の変動を示す特性図である。図11において、超音波探触子4の振動子4cで発生した送信超音波パルスが遅延材を介して超音波探触子4の表面から水膜5に入射する。この送信超音波パルスは水膜5を透過波aとして通過し、レール1の被検査材の表面から入射する。同時に透過波aの一部が被検査材の表面で反射して、この反射波が超音波探触子4の表面方向に戻って反射し、再度、レール1の被検査材の表面に向かうことになる。すなわち、多重反射波bが発生する。

【0007】この場合、図12（A）に示すように、水膜5内で透過波aと多重反射波bの位相が反転していると打ち消し合ってレール1の被検査材表面から入射する透過波aの波高レベルが低下する。また、図12（B）に示すように水膜5内の透過波aと多重反射波bが同相の場合、透過波aと多重反射波bの波高レベルが加算さ

れて、レール1の被検査材表面から入射する透過波aの波高レベルが高くなる。したがって、探傷を行う際の被検査材のレール1又は超音波探触子4の移動に伴って水膜5の厚さが変化すると、その探傷感度が変動することになる。例えば、図13に示すように、水膜5の厚さが0.2mm、0.6mmで、その感度(dB)が大きく低下し、また、水膜5の厚さが0.4mmで、その感度(dB)が高くなる。このように従来の超音波探触子では、水膜5の厚さの変化による探傷感度が大きく変動(10dB程度)してしまう。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の超音波探触子では、探傷を行う際の被検査材のレール1又は超音波探触子4の移動に伴って水膜5の厚さが変化する。このため一定値の探傷感度が要求される場合の、その探傷精度が悪化し、かつ、確実な再現性が得られないという欠点がある。

【0009】本発明は、このような従来の技術における欠点を解決するものであり、被検査材又は超音波探触子の移動に伴う水膜の厚さの変化による探傷感度の変動をなくして、探傷精度が向上し、かつ、その再現性などが向上する超音波探触子を提供することを解決課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】この課題を達成するために、本発明は、水膜を介して被検査材と音響結合し、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する超音波探触子であり、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する表面部材に少なくとも1/4波長の深さの複数の溝を設けている。

【0011】また、本発明の超音波探触子は、1/4波長の深さの溝の長手方向を、水膜が流れる方向に形成している。さらに、本発明の超音波探触子は溝に代えて少なくとも1/4波長の深さの円柱状、三角柱状、多角柱状、楕円柱状を含むくぼみを設けている。また、本発明の超音波探触子は、溝の幅、及び、溝と溝の間隔、又は、くぼみの開口幅、及び、くぼみとくぼみの間隔を1波長付近としている。

【0012】さらに、本発明の超音波探触子は超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する表面部材におけるくぼみの開口面積と、平坦部の面積を同一に形成している。また、本発明は水膜を介して被検査材と音響結合し、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する超音波探触子であり、反射波を受信する振動子と、反射波を遅延する遅延材と、超音波探触子の表面となる遅延材の一方側に設けられ、1/4波長の厚さ、かつ、水と遅延材の音響インピーダンスの相乗平均となる音響インピーダンスの整合膜とを備えている。

【0013】このように本発明の超音波探触子は、超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する表面部材

に、1波長付近の間隔で設けた1/4波長の深さの溝やくぼみでの反射波と、平坦部での反射波とが入り混じって入射する。この際、溝やくぼみの経路での反射波は、その溝の深さが1/4波長であるため往復では1/2波長の長さになり、この溝やくぼみの凹部での反射波と平坦部での反射波との位相が1/2波長(180度)反転して打ち消される。

【0014】したがって、超音波探触子の表面での反射が無い場合と同じ動作になり、波高レベルが低下したり、波高レベルが高くなるなどの干渉が発生しなくなる。すなわち、被検査材又は超音波探触子の移動に伴う水膜の厚さが変化しても、その探傷感度が変動しなくなる。この結果、探傷精度及び再現性などが向上することになる。

【0015】また、本発明は、溝の長手方向を水膜の流れ方向に形成しているため、被検査材又は超音波探触子の移動に伴う水膜の水がスムーズに流れて、安定した音響結合が得られるようになる。さらに、超音波探触子の表面が被検査材と接触する際の磨耗、損傷状態を視覚的に確認し易くなる。さらに、超音波探触子の表面となる遅延材の他方側に配置された1/4波長の厚さ、かつ、水と遅延材の音響インピーダンスの相乗平均となる音響インピーダンスの整合膜によって、反射波が再反射せずに、多重反射波が極めて少なくなり、透過波との干渉が発生しなくなる。この結果、水膜の厚さの変化による探傷感度の変動が少なくなり、超音波探触子の表面での反射が無い場合と同じ動作が得られ、探傷精度及び再現性が向上することになる。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の超音波探触子の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の超音波探触子の第1の実施形態の構成を示す断面図及び底面図である。図1において、この超音波探触子20は従前の図8に示した鉄道などのレール(被検査材)に対する超音波による探傷を行うものであり、外装体(筐体)21に、図示しない超音波探傷装置の送受信部に接続されるケーブル22が接続されている。

【0017】また、外装体21内には、この開口面から挿入して固定された遅延材23が配置されている。この遅延材23の外装体21内側(一方側)に、超音波パルスを発生し、かつ、反射波が入射され、その電気変換した受信信号を出力する振動子24が取り付けられている。遅延材23の他方側は溝状の凹凸が形成された凹凸部23aとなっている。

【0018】この凹凸部23aの溝は深さは振動子24が送出する超音波信号の波長の1/4とする。尚以下の説明では波長は全てλで現わす。さらに、溝(凹部)の幅及び平坦部(凸部)の幅は、凹凸部23aでの凹部の反射波と凸部による反射波とが分離せずに、入り混じって確実に打ち消すように経験的な値である約1λとす

る。

【0019】次に、この第1の実施形態における動作及び機能について説明する。図2は超音波探触子20の凹凸部23aによる送信超音波パルスの透過と多重反射による探傷感度の変動を説明するための図である。図3は透過波及び多重反射波の位相状態から探傷感度の変動を説明するための図である。図2において、超音波探触子20の振動子24が発生した超音波パルスが遅延材23の凹凸部23aを通じて水膜40に入射する。この送信超音波パルスは凹凸部23aの凸部(A)から、水膜40を透過波a1として通過し、被検査材41の表面から入射する。同時に透過波a1の一部が被検査材41の表面で反射して、この反射波b1が超音波探触子20の凹凸部23aの凸部(A)に戻る。

【0020】また、送信超音波パルスは凹凸部23aの凹部(B)から水膜40を透過波a2として通過し、被検査材41の表面から入射する。同時に透過波a2の一部が被検査材41の表面で反射して、この反射波b2が超音波探触子20の凹凸部23aの凹部(B)に戻る。このように、超音波探触子20の振動子24が送出した超音波パルスは、凹凸部23aの凸部(A)と凹部(B)の二種類の経路で反射することになる。ここで凹部(B)の経路での反射は、その溝の深さが1/4波長であり、往復では1/2波長の長さになる。この場合、凸部(A)と凹部(B)の二種類の経路での反射波が水膜40内で入り混じることになる。したがって、図3に示すように凸部(A)での反射波b1と、凹部(B)での反射波b2は位相が1/2波長(180度)反転しており、主に水膜40内で打ち消される。すなわち、超音波探触子20の表面(凹凸部23a)での反射が無い場合と同じ動作になる。このように超音波探触子20の表面(凹凸部23a)での反射が無いことになり、従前の図11(A)(B)で説明したように波高レベルが低下したり、波高レベルが高くなるなどの干渉が発生しなくなり、被検査材41又は超音波探触子20の移動に伴う水膜40の厚さが変化しても、その探傷感度に変動しなくなる。

【0021】図4は、この水膜厚さの変化に対する探傷感度の変動を示す特性図である。図4において、超音波探触子20の凹凸部23aを設けない改善前では、水膜40の厚さが0.2mm、0.6mmで、その感度(dB)が大きく低下し、また、水膜40の厚さが0.4mmでその感度(dB)が極めて高くなっており、水膜の厚さの変化による探傷感度の変動が発生している。

【0022】これに対して、この第1の実施形態のように超音波探触子20の凹凸部23aを設けた改善後では、水膜40の厚さが0.2mm、0.6mmで、その感度(dB)がやや低下し、また、水膜40の厚さが0.4mmでその感度(dB)がやや高くなっている。したがって、改善前に10dB程度あった水膜の厚さの

変化による探傷感度の変動が1~2dB程度のフラットな特性に改善されており、超音波探触子20の表面(凹凸部23a)での反射が無い場合と同じ動作が得られ、その再現性が向上するとになる。

【0023】また、この第1の実施形態では、超音波探触子20の凹凸部23aの凹凸の溝を水膜の流れる方向に形成すると、スムーズな水の流れが出来るようになり、安定した音響結合が得られるようになる。さらに、超音波探触子20の移動に伴って、その表面が被検査材と接触する機会が多く、磨耗、損傷が発生し易い。この凹凸部23aの磨耗、損傷状態を視覚的に確認し易くなる。

【0024】図5は、超音波探触子20の遅延材23の凹凸部23aの変形例を示す底面図である。この例は、超音波探触子20の遅延材23の表面に凹凸部23aに代えて円柱状くぼみ45を多数形成したものである。この円柱状くぼみ45も、その深さを1/4λとし、かつ、円柱状くぼみ45の開口の幅、及び、円柱状くぼみ45の間の平坦部を約1λにすることによって、前記の溝の凹凸部23aと同様に動作して、同様の効果が得られる。

【0025】なお、円柱状くぼみ45に代えて四角柱状、三角柱状、多角柱状、楕円柱状のくぼみでも同様の効果がある。この場合も、深さを1/4λとし、かつ、開口の幅、及び、この間の平坦部を約1λに設定する。また、このくぼみは、くぼみと平坦部とで位相が反転した二つの反射波が入り混じって打ち消すようにしているため、くぼみの合計の開口面積と、平坦部の合計の面積を同一に形成し、かつ、約1λ間隔でくぼみ部と平坦部とをとり合うように形成すれば効果的である。

【0026】図6は第2の実施形態の構成を示す側面図である。図6において、この例は図1の構成と同様の遅延材23の一方側には振動子24が取り付けられ、遅延材23の他方側に凹凸部23aに代えた整合膜50が配置されている。この整合膜50は水膜51を介して被検査材52と接合している。整合膜50はその厚さが1/4λであり、かつ、音響インピーダンスが、遅延材23の音響インピーダンスZ1と水(水膜51)の音響インピーダンスZ2の相乗平均値の部材を用いる。

【0027】次に、この第2の実施形態における動作及び機能について説明する。この超音波探触子は、遅延材23に整合膜50を設けており、この整合膜50と水膜51を介して被検査材52と接合している。この場合、整合膜50はその厚さが1/4λである。そして、整合膜50の音響インピーダンスが、遅延材23の音響インピーダンスZ1と水(水膜51)の音響インピーダンスZ2の相乗平均値となっており、遅延材23と水膜51とのインピーダンスの値が近似し、そのインピーダンスが整合する。したがって、送信超音波パルスが、遅延材23、整合膜50、水膜51を介して、被検査材52に

透過し、その際の反射波が整合膜50に到達した際に、この整合膜50の表面（超音波探触子の表面）で反射することなく、遅延材23へ容易に入射される。

【0028】したがって、水膜51での多重反射波が極めて少なくなり、透過波との干渉が発生しなくなる。この結果、水膜の厚さの変化による探傷感度の変動が少なくなり、超音波探触子20の表面での反射が無い場合と同じ動作が得られ、その再現性が向上することになる。その改善例は図4に示す特性と同様の特性が得られる。すなわち、改善前に10dB程度あった水膜の厚さの変化による探傷感度の変動が1～2dB程度のフラットな特性に改善される。

【0029】なお、この第1及び第2の実施形態では、遅延材の一方側に一つの振動子を設けた例をもって説明したが、他の構成タイプにも、そのまま適用できる。例えば、図7(A)に示すように斜め方向で超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する斜角タイプにもそのまま適用可能である。さらに、図7(B)に示すように送受信の別個の振動子を遅延部材などに配置して超音波パルスを送信し、かつ、反射波の受信を行う垂直分割

タイプにもそのまま適用可能である。

【0030】尚、上記の実施形態にあつては、凹凸部23a、整合膜50を $1/4\lambda$ とした場合を例にとつて、 $1/4\lambda$ の奇数倍の $3/4\lambda$ 、 $5/4\lambda$ 等であってもよい。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように本発明の超音波探触子によれば、約1波長間隔で設けた $1/4$ 波長の深さの溝やくぼみと平坦部に反射波が入り混じって入射する。この際、溝やくぼみ経路での $1/2$ 波長の長さを通じた反射波の位相が、平坦部での反射波と $1/2$ 波長反転して打ち消されるため、超音波探触子の表面での反射が無い場合と同じ動作になり、波高レベルが低下したり、波高レベルが高くなるなどの干渉が発生しなくなる。これによって、被検査材又は超音波探触子の移動に伴う水膜の厚さの変化しても、その探傷感度が変動しなくなり、その探傷精度及び再現性などが向上するようになる。

【0032】また、本発明は、溝の長手方向を水膜の流れ方向に形成しているため、被検査材又は超音波探触子の移動に伴う水膜の水がスムーズに流れて、安定した音響結合が得られると共に、超音波探触子の表面が被検査材と接触する際の磨耗、損傷状態を視覚的に容易に確認できるようになる。さらに、超音波探触子の表面となる遅延材の一方側に配置された $1/4$ 波長の厚さ、かつ、水と遅延材の音響インピーダンスの相乗平均となる音響インピーダンスの整合膜によって、反射波が表面で反射せずに、水膜での多重反射波が極めて少なくなつて透過

波との干渉が発生しなくなる。この結果、水膜の厚さの変化による探傷感度の変動が少なくなり、超音波探触子の表面での反射が無い場合と同じ動作が得られ、探傷精度及び再現性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の超音波探触子の第1の実施形態の構成を示す断面図及び底面図

【図2】図1に示す超音波探触子の凹凸部での送信超音波パルスの透過と多重反射による探傷感度の変動を説明するための図

【図3】第1実施形態にあつて透過波及び多重反射波の位相状態から探傷感度の変動を説明するための図

【図4】第1実施形態にあつて水膜厚さの変化に対する探傷感度の変動を示す特性図

【図5】第1実施形態にあつて超音波探触子の変形例を示す断面図及び底面図

【図6】第2の実施形態の構成を示す側面図

【図7】第1及び第2の実施形態の適用例を示す側面図
(A)は斜め方向で超音波パルスを送信し、かつ、反射波を受信する斜角タイプの概略構成を示す図
(B)は送受信の別個の振動子を設けた垂直分割タイプの概略構成を示す図

【図8】従来の被検査材に対する超音波による探傷の計測状態を示す斜視図

【図9】図8に示す構成の電氣的構成を示すブロック図

【図10】従来例にあつて超音波探触子と被検査材との接合状態を説明するための図

【図11】従来例にあつて送信超音波パルスの透過と多重反射による探傷感度の変動を説明するための図

【図12】従来例にあつて透過波及び多重反射波の位相状態から探傷感度の変動を説明するための図

(A)は透過波と多重反射波の位相が反転した状態を示す波形図
(B)は透過波と多重反射波が同相の場合を示す波形図

【図13】従来例にあつて水膜厚さの変化に対する探傷感度の変動を示す特性図

【符号の説明】

20：超音波探触子

21：外装体（筐体）

22：ケーブル

23：遅延材

24：振動子

23a：凹凸部

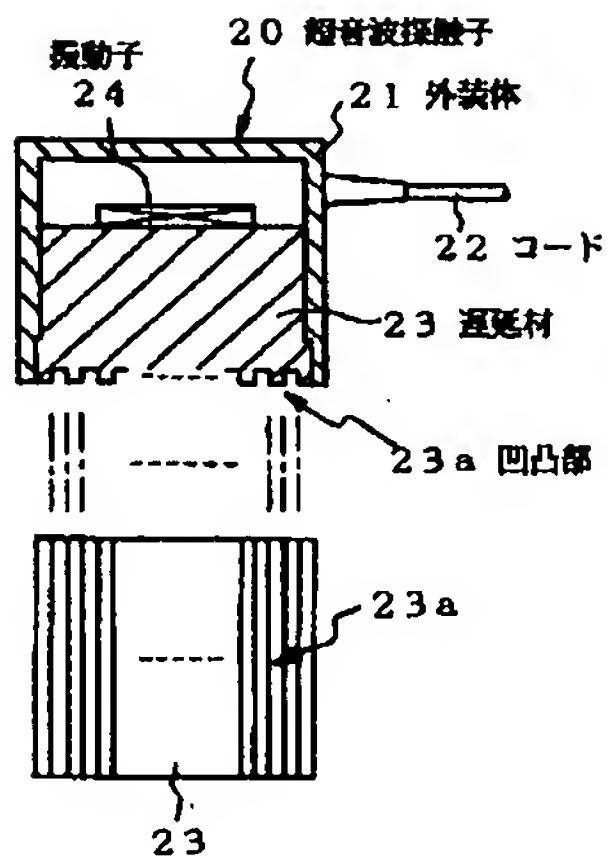
40, 51：水膜

41, 52：被検査材

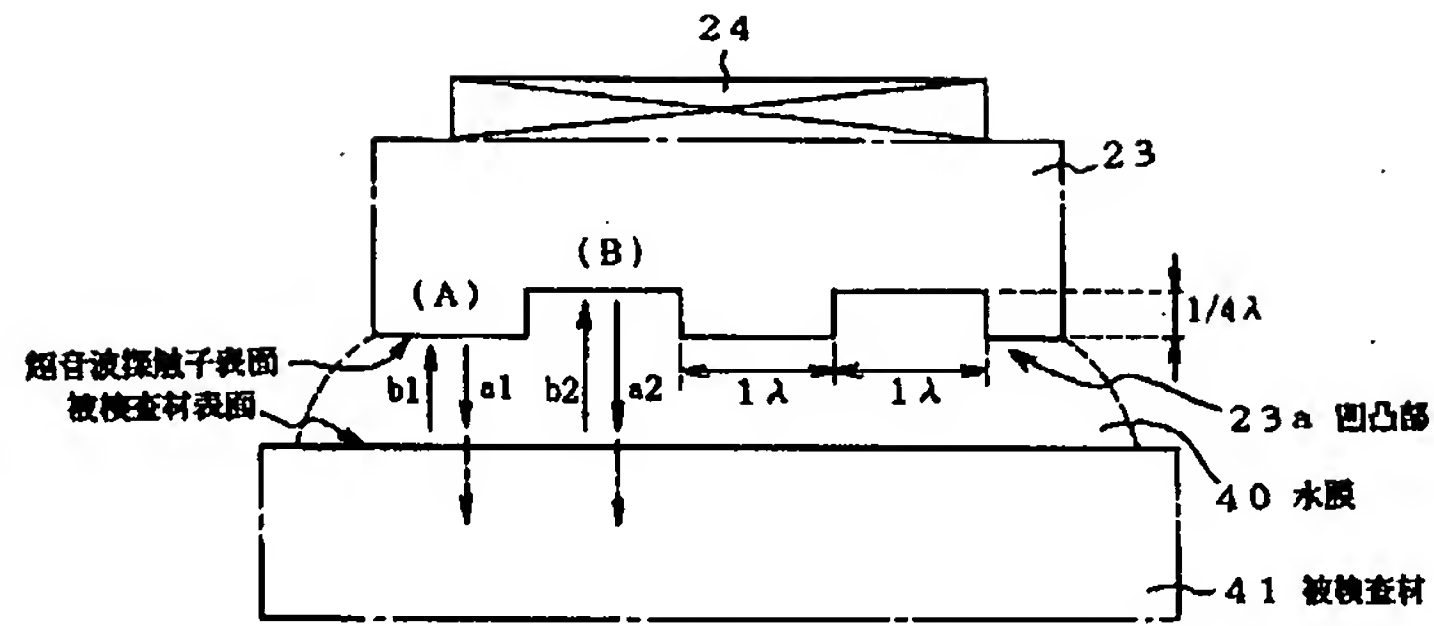
45：円柱状くぼみ

50：整合膜

【図1】



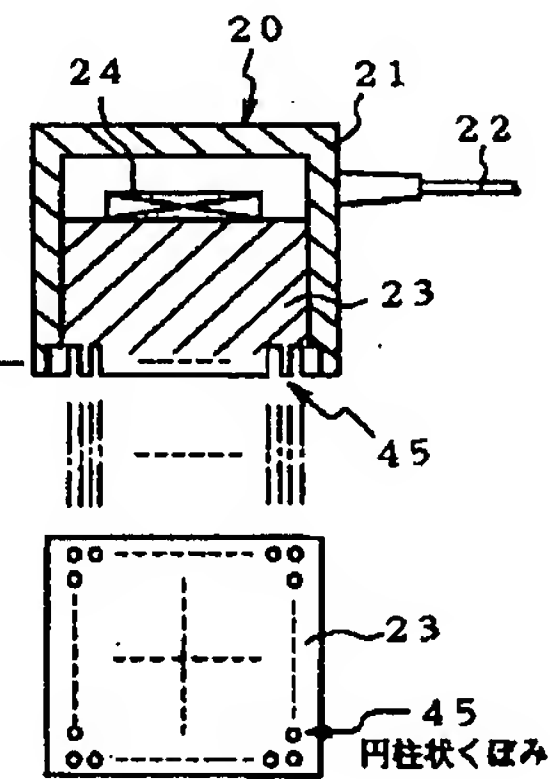
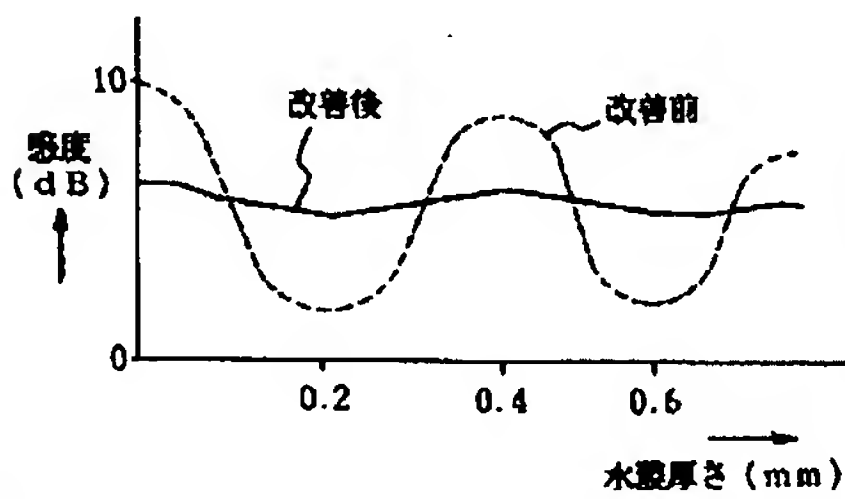
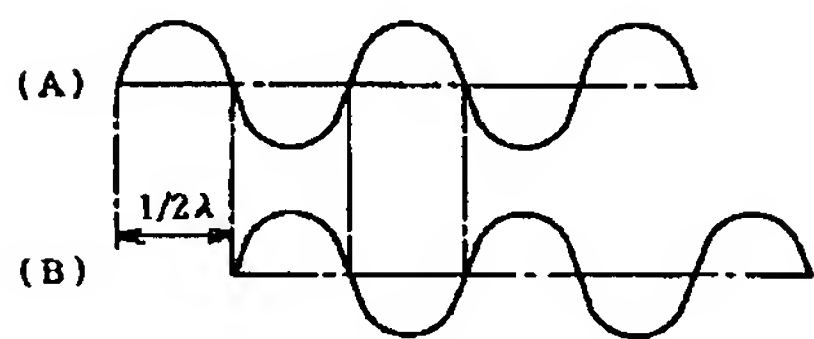
【図2】



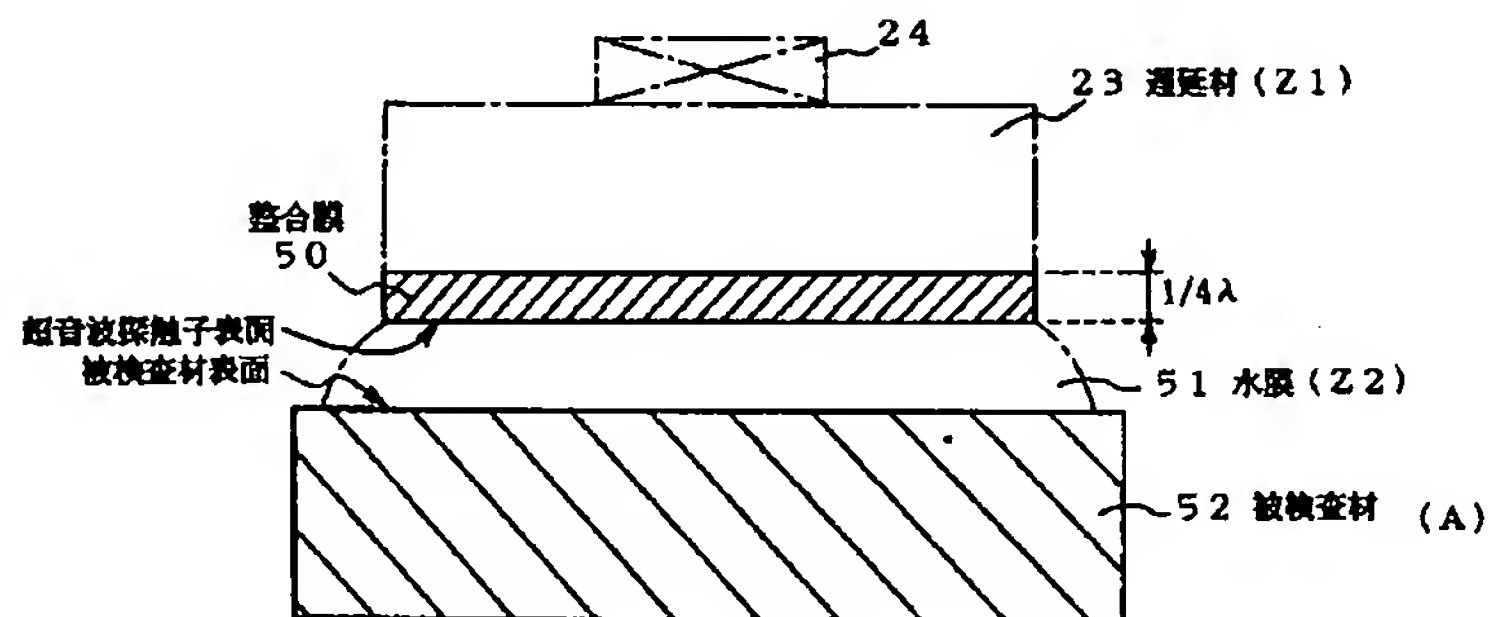
【図4】

【図5】

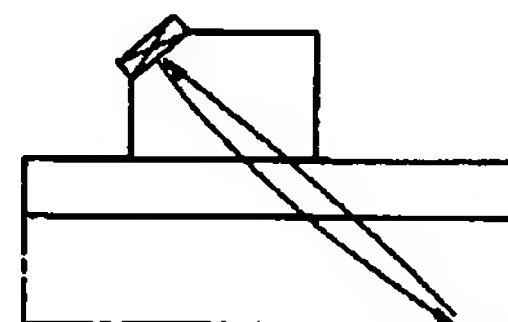
【図3】



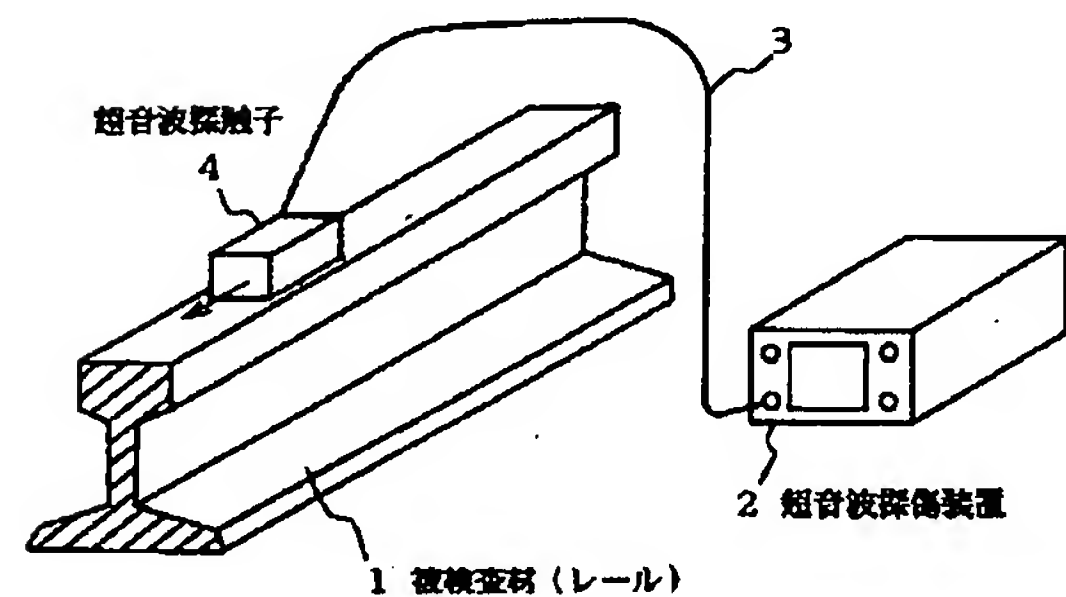
【図6】



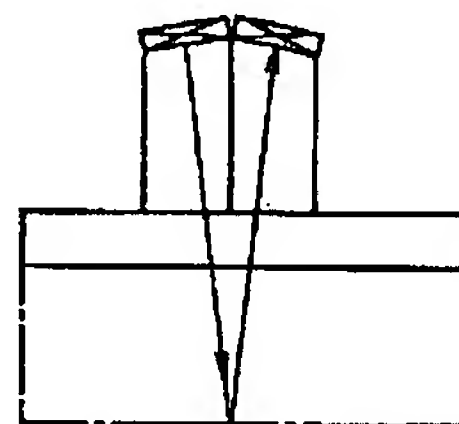
【図7】



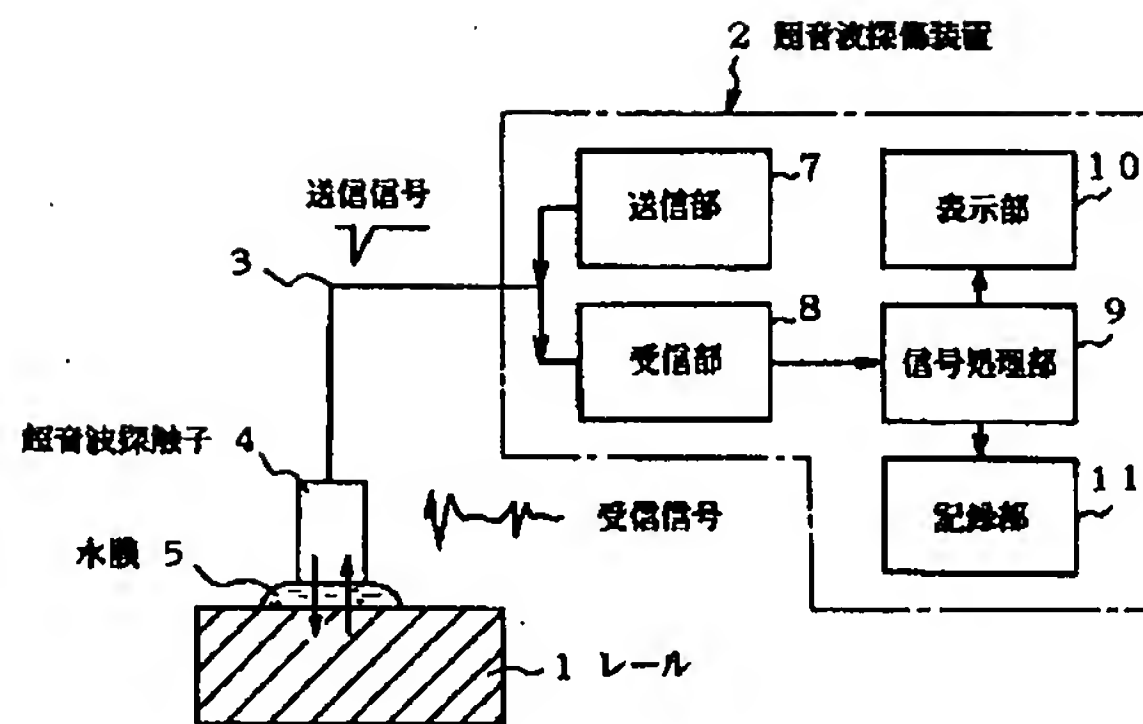
【図8】



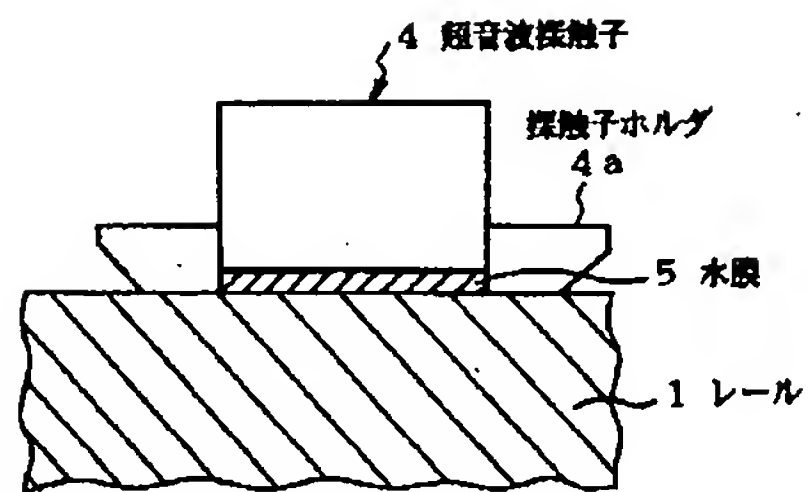
(B)



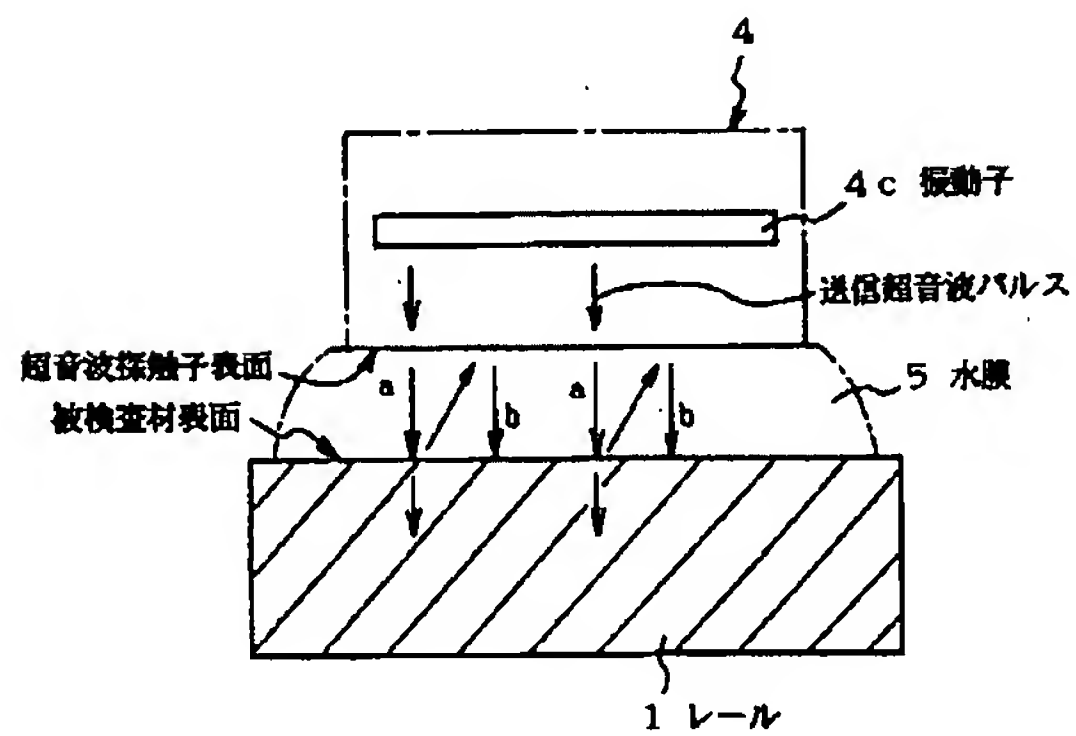
【図9】



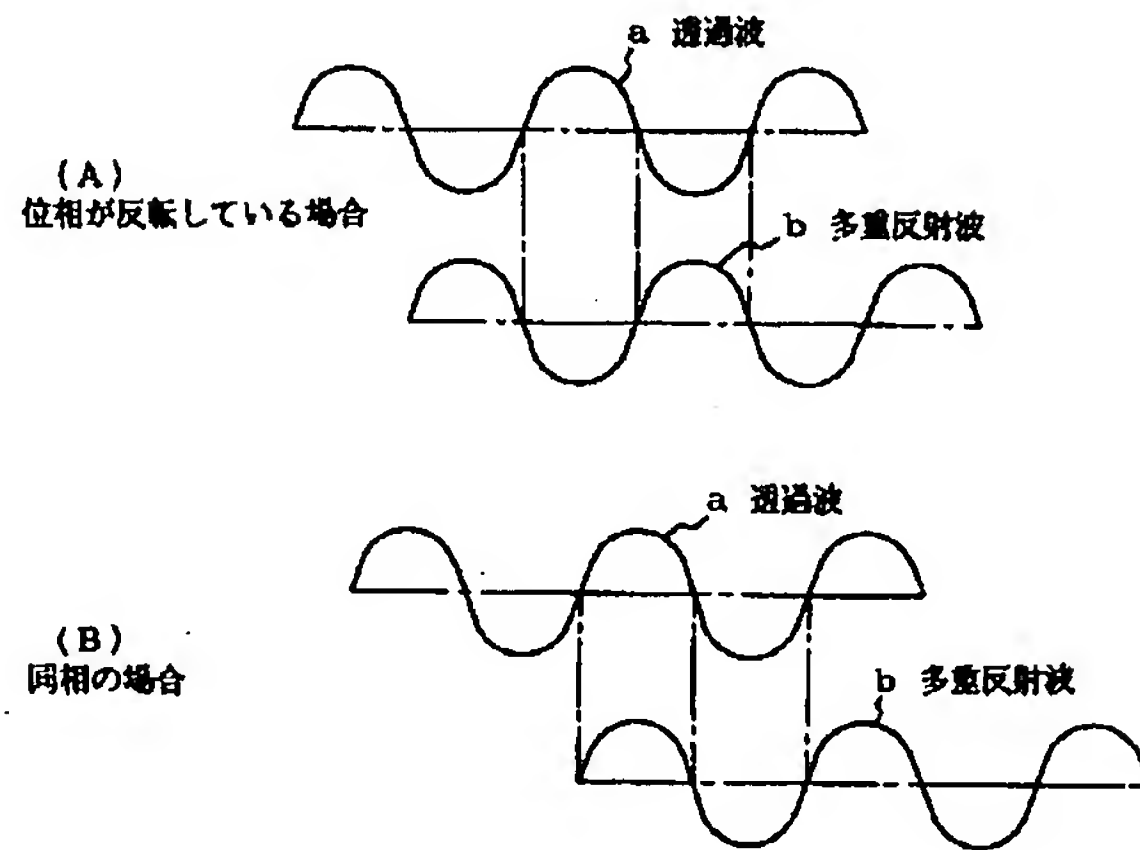
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

